

КПД УГЛЕРОДА В ПРОЦЕССАХ НАГРЕВА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ И РАСХОД КОКСА

Е. Г. Донсков, д-р техн. наук, профессор,
В. П. Лялюк, зав. каф., д-р техн. наук, профессор,
А. Д. Донсков, Е. В. Зубрицкий, Е. Е. Донсков, магистр,
Криворожский металлургический институт ГВУЗ “КНУ”

Коэффициент полезного действия – это показатель, обычно используемый для характеристики полезности израсходованной энергии или выполненной работы в термодинамических системах, который представляет собой отношение полезной части энергии или работы ко всей затраченной. В условиях доменной плавки основной энергоноситель – углерод кокса расходуется в процессах нагрева (физических) и восстановления (химических). На первый взгляд отсюда вытекает возможность сокращения расхода кокса на плавку за счет определения и реализации условий повышения КПД углерода по каждому из обозначенных процессов.

В общем случае загруженный в составе подачи на колошник углерод кокса $k \cdot C_k$, опускаясь в рабочем пространстве печи, расходуется по следующим каналам: уносится в виде пыли и летучих веществ с колошниковым газом $C_{кг}$, некоторое количество выбрасывается иногда из печи с продуктами плавки $C_{ул}$, расходуется на науглероживание чугуна C_y и в реакциях прямого восстановления C_d .

Оставшийся после всего этого углерод кокса C_ϕ доходит до фурм, где и сгорает в кислороде дутья с выделением тепла в количестве, необходимом для обеспечения нормального (заданного) нагрева печи, последний при необходимости регулируется путем изменения количества кокса, загружаемого в печь в составе подачи:

$$k \cdot C_k = C_{кг} + C_{ул} + C_y + C_d + C_\phi. \quad (1)$$

Отметим, что нормальный (необходимый нагрев печи) должен обеспечить заданное по химсоставу и температуре качество чугуна и необходимую жидкоподвижность продуктов плавки по всему поперечному сечению горна доменной печи.

Отсюда, полезным из приведенных в уравнении (1) слагаемых является только пятое, т.е. C_ϕ и, следовательно, КПД углерода кокса в процессах нагрева доменной плавки может быть рассчитан по формуле:

$$\eta_C^T = \frac{C_\phi}{k \cdot C_k} = \frac{k \cdot C_k - C_{кг} - C_{ул} - C_y - C_d}{k \cdot C_k}. \quad (2)$$

Необходимый для обеспечения обозначенного нормального нагрева печи расход кокса может быть, при этом, рассчитан с использованием нижеследующего простого выражения:

$$k = \frac{Q_n}{\eta_c}; \quad (3)$$

где; Q_n – количество тепла, обеспечивающее нормальный нагрев печи.

КПД углерода в процессах восстановления доменной плавки также может быть рассчитан с использованием равенства (1) по формуле, аналогичной уравнению (2):

$$\eta_c^B = \frac{C_\phi}{k \cdot C_k} = \frac{k \cdot C_k - C_{кг} - C_{ул} - C_y - C_d}{k C_k}. \quad (4)$$

Полученное выражение в общем случае отражает действительное повышение использования углерода в процессах прямого восстановления, однако для условий доменной плавки это теряет смысл и, прежде всего, в связи со снижением расхода углерода по единственному каналу, обеспечивающему необходимый нагрев печи, причем, в условиях резкого повышения расходования тепла. Важной особенностью доменной плавки является целесообразность снижения (еще раз: не повышения, а снижения) рассчитанного традиционным образом коэффициента полезного действия углерода в процессах восстановления и всемерного повышения КПД углерода в процессах нагрева.

Нетрудно видеть, что в общем случае расход кокса в доменной плавке может быть уменьшен при сокращении потерь углерода (первые три слагаемых уравнения 1), его расходования на прямое восстановление (четвертое слагаемое уравнения 1) и, в целом, за счет снижения количества тепла, необходимого для обеспечения нормального нагрева печи Q_n .

О КОЛИЧЕСТВЕ И ДИАМЕТРЕ ФУРМ НА СОВРЕМЕННЫХ ДОМЕННЫХ ПЕЧАХ

Е. Г. Донсков, д-р техн. наук, профессор,
В. П. Лялюк, зав. каф., д-р техн. наук, профессор,
А. Д. Донсков, Е. В. Зубрицкий, Е. Е. Донсков, магистр,
Криворожский металлургический институт ГВУЗ “КНУ”

Максимальный объем доменных печей на предприятиях Советского Союза во второй половине XX века возрос от 1386 м³ до 5500 м³, то есть в четыре раза. По мере увеличения объема возрастало количество устанавливаемых на печах фурм от 16 (1386 м³) до 40 (5500 м³).